



УДК 697.34

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТОВ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДТОПЛЯЕМЫХ УЧАСТКОВ ТЕПЛОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## PROJECTS ECONOMIC EFFICIENCY FOR RECONSTRUCTION OF HEAT PIPELINES FLOODED AREAS USING MODERN THERMAL INSULATION CONSTRUCTION

**Щербинин Константин Андреевич**, ассистент каф. «Теплоэнергетика и теплотехника», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: scherbiniin.ka@gmail.com. Тел.: +7(903)086-43-65

**Гредякин Даниил Юрьевич**, магистрант каф. «Теплоэнергетика и теплотехника», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: gre.daniil@mail.ru, Тел.: +7(932)303-99-90

**Konstantin A. Sherbinin**, assistant, Department «Теплоэнергетика i teplotechnica», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: scherbiniin.ka@gmail.com. Ph.: +7(903)086-43-65

**Daniil U. Gredyakin**, Master student, Department «Теплоэнергетика i teplotechnica», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: gre.daniil@mail.ru, Ph.: +7(932)303-99-90

**Аннотация:** В работе, на основе экспериментальных, научных и эксплуатационных данных приводится оценка инвестиционной привлекательности программы по замене подтопляемых участков трубопроводов с минераловатной изоляцией на предизолированные на пенополиуретановой основе.

**Abstract:** In this paper, based on experimental, scientific and operational data is an investment attractiveness program assessment to replace flooded pipeline sections with mineral wool insulation on the polyurethane foam basis and pre-insulated.

**Ключевые слова:** затопление; сверхнормативные тепловые потери; срок окупаемости

**Key words:** flooding; an excessive heat losses; payback period.

В работе [1] были представлены экспериментальные значения удельных линейных тепловых потерь теплопроводов в условиях затопления и рассчитаны значения эквивалентного коэффициента теплопроводности  $\lambda_3$ , Вт/(м·К) при полном намокании тепловой изоляции. Согласно расчетам, при полном намокании теплоизоляционного слоя удельные тепловые потери возрастают по отношению к нормативным значениям в  $\approx 20 \div 25$  раз. Например, при температуре поверхности стальной трубы  $t_{ст} = 60^\circ\text{C}$  и использовании минераловатной изоляции фактические значения удельных линейных тепловых потерь возрастают с 15 Вт/м в сухом состоянии до 300 Вт/м при полном намокании.

Величина таких потерь является одним из основных факторов экономичности теплоснабжения потребителей. Их предельный уровень при передаче тепловой энергии в сетях нормируется [2]. Сверхнормативные же значения

тепловых потерь являются прямыми убытками теплоснабжающих организаций.

Увлажненный теплоизоляционный материал теряет свои свойства из-за увеличения значения коэффициента теплопроводности по причине заполнения пор водой. Поэтому следует использовать конструкции с предизолированным слоем, снижающие вероятность проникновения влаги в поры изолирующего материала.

Для определения необходимости и целесообразности капиталовложений в такие проекты сначала требуется технико-экономическое обоснование. Оценим материальный ущерб в денежном эквиваленте, вызванный одним из основных факторов, оказывающих значительное влияние на рост потерь, а именно затопление каналов для участков трубопроводов различного диаметра и длиной  $L=100\text{м}$  (в двухтрубном исчислении).

Для точного определения тепловых потерь и масштаба всех величин, вытекающих из условий эксплуатации трубопроводов и учёт затоплений при плановом обходе ремонтными бригадами закреплённых за предприятием каналов.

Ниже представлены нормативные и сверхнормативные значения удельных линейных тепловых потерь, рассчитанных для

при затоплении канала с трубопроводом, необходимо вести постоянную проверку условий климатической зоны г. Екатеринбурга с расчетной температурой наружного воздуха  $t_{н.в} = -32^{\circ}\text{C}$  и постоянным подтоплением тепловых сетей в течение отопительного сезона  $n = 221$  сут. Также в таб.1 приведены величины убытков от сверхнормативных тепловых потерь, согласно тарифу на тепловую энергию  $T=1315,97$  руб./Гкал.

Таблица 1.

Тепловые потери с участков трубопровода различного диаметра в результате круглогодичного затопления и вытекающие из этого убытки денежных средств

Наружные диаметры трубопроводов	Годовые тепловые потери с трубопровода (L=100м)		Разница годовых в затопленном состоянии и нормативных тепловых потерь, Q, Гкал/год	Убыток У, руб.
	Нормативные	Фактические		
мм	Гкал/ год	Гкал/ год		
38	9,58	162,02	152,43	200 597
57	11,41	196,14	184,73	243 102
89	14,15	250,64	236,50	311 223
108	15,52	277,14	261,62	344 285
133	17,80	326,75	308,96	406 577
159	19,17	354,11	334,95	440 780
219	23,73	454,55	430,82	566 946
273	27,38	536,61	509,23	670 125
325	30,58	609,10	578,53	761 325
377	34,23	695,74	661,52	870 536
426	36,97	757,70	720,73	948 465
480	40,62	845,11	804,49	1 058 691
529	43,81	920,89	877,08	1 154 207

К капиталовложениям или затратам на мероприятия по ликвидации сверхнормативного значения тепловых потерь целесообразно отнести количество денежных средств, потраченных на совершение работ по замене подтопленного участка трубопровода с устаревшими теплоизоляционными материалами длиной  $L = 100$  м на новый с ППУ изоляцией [3].

Таблица 2.

Общие затраты на мероприятия по замене конструкций проблемных участков тепловых сетей, имеющих длину  $L=100$ м.

№	Наружный диаметр трубопровода, мм	Общие затраты, т. руб.
1	57	487,34
2	89	905,06
3	108	1086,072
4	159	1670,88
5	219	2297,46
6	426	4037,96

Далее для подсчета экономической выгоды от инвестиций в проект, следует провести технико-

экономический анализ по представленным выше расчётным данным. Он заключается в следующем:

1. Подсчёт затрат, вложений в мероприятие – 3, руб (согласно таб.2)
2. Так как при замене теплоизоляционных конструкций, ликвидируются сверхнормативные тепловые потери, тогда величина доходов – Д, руб. будет равна исчезнувшему значению убытков (согласно таб.1).
3. Разница между количеством вложенных денежных средств и чистой прибылью за первый год -  $\Delta$ , руб.

$$\Delta_1 = 3 + (Д / (1+r)^1) \quad (1)$$

где  $r$  – ставка дисконтирования за расчётный период времени ( $r=0,15$ )

$n$  – количество расчетных периодов (за первый год  $n=1$ ).

4. Разница между количеством вложенных денежных средств и чистой прибылью за второй год:

$$\Delta_2 = 3 + (Д / (1+r)^2) + \Delta_1. \quad (2)$$

5. Разница между количеством вложенных денежных средств и чистой прибылью за третий год:

$$\Delta_3 = 3 + (D/(1+r)^3) + \Delta_1 + \Delta_2 \quad (3)$$

Как только разница  $\Delta$  станет положительной величиной, наступит момент окупаемости денежных средств, инвестируемых в проект.

Соединив значения разницы между количеством вложенных денежных средств и прибылью за каждый год для трубопровода определенного диаметра, выявляется динамика окупаемости средств рис. 1.

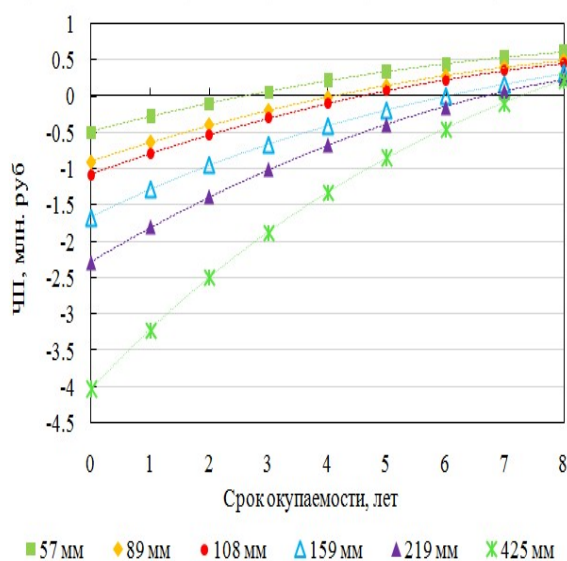


Рис. 1. Динамика окупаемости проектов по реконструкции подтопляемых участков трубопроводов (L=100м).

Рассмотренная и представленная выше наглядная экспериментальная зависимость свидетельствует об экономической и технической целесообразности инвестировать комплекс мероприятий, направленный на улучшение качества используемых теплоизоляционных материалов. Надлежащее содержание и проверка эксплуатации таких конструкций трубопроводов будет способствовать ликвидации обширного спектра проблем, связанных с охлаждением теплоносителя.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербинин К.А., Гредякин Д.Ю., Цукасова А.В. Экспериментальное исследование величины фактических тепловых потерь при затоплении теплопроводов канальной прокладки. Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 15-18 декабря 2015 года. Екатеринбург: УрФУ, 2015.
2. Порядок определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя: Приказ Минэнерго России от 30 декабря 2008 г. № 325, г. Москва.
3. ГОСТ 30732 – 2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой».